

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2000 年 11 月 30 日 (30.11.2000)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 00/71805 A1

(51) 国際特許分類: D06M 15/273, 13/342,  
13/192, 13/252, B01J 45/00, C02F 1/62

[JP/JP]. キレスト株式会社 (CHELEST CORPORATION) [JP/JP]; 〒545-0051 大阪府大阪市阿倍野区旭町1丁目2番7-1102号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/03245

(22) 国際出願日: 2000 年 5 月 22 日 (22.05.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願平11/145234 1999年5月25日 (25.05.1999) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 中部  
キレスト株式会社 (CHUBU CHELEST CO., LTD.)

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 南部 信義  
(NAMBU, Nobuyoshi) [JP/JP]. 伊藤 治 (ITO, Osamu)  
[JP/JP]. 土井 貴雄 (DOI, Takao) [JP/JP]; 〒510-0886 三重県四日市市日永東3丁目3-3 中部キレスト株式会  
社 四日市工場内 Mie (JP).

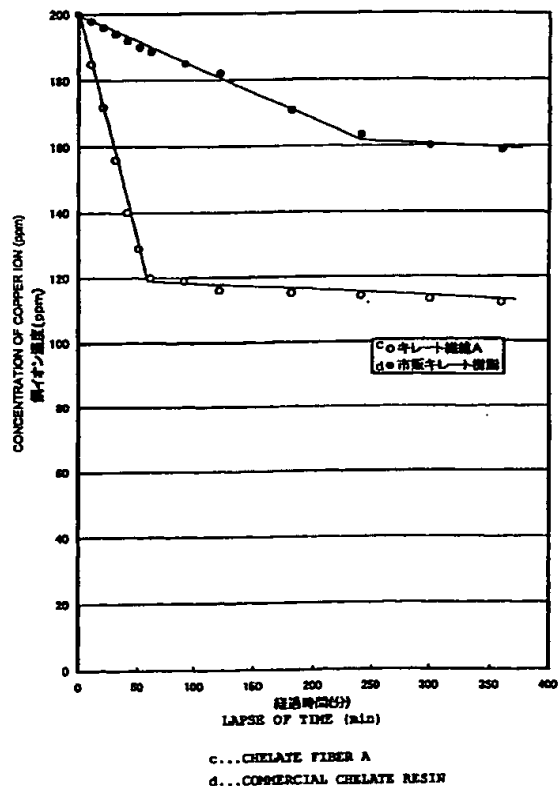
(74) 代理人: 小谷悦司, 外 (KOTANI, Etsuji et al.); 〒550-  
0004 大阪府大阪市西区靱本町2丁目3番2号 住生なに  
わ筋本町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, US.

[続葉有]

(54) Title: METAL CHELATE-FORMING FIBER, PROCESS FOR PRODUCING THE SAME, METHOD OF TRAPPING METAL ION WITH THE FIBER, AND METAL CHELATE FIBER

(54) 発明の名称: 金属キレート形成性繊維及びその製法、並びに該繊維を用いた金属イオン捕捉法及び金属キレート繊維



[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 00/71805 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) Abstract: A metal chelate-forming fiber which comprises a synthetic fiber and at least one metal chelate-forming compound selected from the group consisting of aminocarboxylic acids reactive with a glycidyl group, aminocarboxylic acids, thiocarboxylic acids, and phosphoric acid and incorporated into the molecules of the fiber through a crosslinking reactive compound having a reactive double bond and a glycidyl group in the molecule. This chelate-forming fiber has the excellent ability to trap harmful heavy metal ions and the like and can be inexpensively produced by a simple and safe method.

(57) 要約:

合成繊維の繊維分子中に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を介して、グリシジル基との反応性を有するアミノカルボン酸、アミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物が導入された金属キレート形成性繊維とその製法を開示するもので、このキレート形成繊維は、有害重金属イオン等に対して優れた捕捉性能を有しており、しかも簡単かつ安全な方法で安価に製造できる。

## 明 細 書

金属キレート形成性繊維及びその製法、並びに該繊維  
を用いた金属イオン捕捉法及び金属キレート繊維

### 技術分野

本発明は、新規な金属キレート形成性繊維およびその製法、並びにこの繊維を用いた金属イオン捕捉法および金属キレート繊維に関し、このキレート形成性繊維は、例えば水中に微量存在する金属イオン、特に銅、亜鉛、ニッケル、コバルト等の有害重金属イオンを、低pH域においても選択的に効率よく吸着する性能を備えており、工場廃水や飲料水、油の浄化などに幅広く有効に利用でき、また該繊維が金属とキレート結合した金属キレート繊維は、キレート結合した該金属の活性を利用して、各種の触媒、消臭・脱臭剤、防カビ剤、抗菌・殺菌剤、静電気防止材、電磁波シールド材、光遮蔽材、着色衣料・装飾品、肥料、金属防錆剤等として有効に活用できる。

### 背景技術

産業廃水等には様々の有害金属イオンが含まれていることがあり、環境汚染防止の観点からそれら有害金属イオンは、排水処理によって可及的に除去しなければならない。またそれらの有害重金属イオンには、重金属等として有効に活用で

きるものも多く、これを分離・回収し２次資源として有効に活用可能にすれば一石二鳥である。

ところで、用廃水中等に含まれる有害金属イオンの除去あるいは有益金属イオンの捕捉にはイオン交換樹脂が広く利用されているが、低濃度の金属イオンを選択的に吸着する効果は必ずしも満足し得るものとは言えない。

また、金属イオンとの間でキレートを形成してこれらを選択的に捕捉する性質を持ったキレート形成性樹脂は、金属イオン、特に重金属イオンに対して優れた選択捕捉能を有しているので、水処理分野における重金属の除去や捕捉などに利用されている。しかしながら、キレート形成性樹脂の大半はジビニルベンゼン等の架橋剤によって剛直な三次元構造が与えられたビーズ状であるため疎水性が高く、樹脂内部への金属イオンや再生剤の拡散速度が遅いため、処理効率にも問題がある。更に、再生せずに使い捨てにするタイプのものでは焼却処分が困難であるため、使用済み樹脂を如何に減容化するかも大きな問題となってくる。

こうしたビーズ状キレート形成樹脂の問題点を改善するものとして、繊維状のキレート形成性樹脂が提案されている（特許第２７７２０１０号）。該繊維状のキレート形成性樹脂は、比表面積が大きく、金属イオンの吸・脱着点となる金属キレート形成性官能基が表面に存在するため、高い吸・脱着性を示すが、該繊維状キレート形成性樹脂はその製法、即ち金属キレート活性を付与するための改質処理が煩雑であり、電離性放射線などを用いた特殊な方法を採用しなければならないため、設備面、安全性、製造コスト等の点で改善すべき点も多い。

## 発明の開示

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その第1の目的は、有害重金属イオン等に対して優れた捕捉性能を有しており、しかも簡単かつ安全な方法で安価に製造することのできる繊維状の金属キレート形成材を提供することにある、第2の目的は、その様な金属キレート形成性繊維を、簡単且つ安全に効率よく製造することのできる方法を提供することにある。

また本発明の第3の目的は、上記金属キレート形成性繊維を使用することによって、水性液や油性液、更には排ガス等の気体中に微量含まれる金属イオンを簡単な方法で効率よく捕捉することのできる方法を提供することにある。更に本発明の第4の目的は、上記金属キレート形成性繊維の表面に様々の金属をキレート結合させ、該金属の触媒活性や抗菌活性等を有効に活用可能にした金属キレート繊維を提供することにある。

上記目的を解決することのできた本発明の金属キレート形成性繊維とは、合成繊維の繊維分子中に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を介して、エポキシ基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物が結合しているところに要旨がある。

上記架橋反応性化合物として特に好ましいのは、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジル

エーテルであり、これらは単独で使用してもよく、あるいは必要により２種以上を併用することができる。また前記金属キレート形成性化合物の好ましい具体例としては、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸等が例示され、これらも単独で使用し得る他、２種以上を適宜併用することが可能である。これら金属キレート形成性化合物の中でも特に好ましいのはイミノジ酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸である。

また上記合成繊維としては、重縮合型繊維、重付加型繊維、付加重合型繊維が挙げられ、これらの繊維は短繊維状の粉末、或いはシート状やマット状、不織布状などとして使用できる。

また本発明の製法は、上記金属キレート形成性繊維を工業的に効率よく製造することのできる方法を特定するもので、その構成は、合成繊維の繊維分子に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を、重合触媒を用いてグラフト重合反応させた後、これに、エポキシ基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも１種の金属キレート形成性化合物を付加反応させるところに特徴を有している。

ここで使用される好ましい架橋反応性化合物としては、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジリエーテル等が例示され、これらは単独で使用し得る他、必要により２種以上を併用してもよい。また金属キレート形成性化合物の好ましい具体例としては、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸等が挙げられ、これらも単独

で使用し、或いは2種以上を併用できる。

この製法を実施する際に用いられる好ましい重合触媒は、レドックス触媒であり、特に、合成繊維を過硫酸塩で予め処理した後、2価銅塩を作用させることによってグラフト重合反応を行なう方法、あるいは合成繊維を2価鉄塩で予め処理した後、過酸化水素及び二酸化チオ尿素を作用させてグラフト重合反応を行なう方法、あるいは合成繊維を有機溶剤で予め加熱処理した後、ラジカル重合触媒を用いてグラフト重合反応させる方法を採用すれば、合成繊維に架橋反応性化合物をより効率よく反応させることができ、その後の金属キレート形成性化合物の導入量も高められてより高い金属キレート形成活性を付与できるので好ましい。

更に本発明に係る金属イオン捕捉法は、上記金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む水性液や油性液、或いは排ガス等の気体と接触させ、これらの中に含まれる金属イオンをキレート捕捉するところに特徴を有している。また、上記金属キレート形成性繊維が金属とキレート結合した金属キレート繊維は、当該金属の種類に応じて触媒活性や抗菌活性などを示すものとなるので、該金属キレート繊維も本発明の範囲に含まれる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の金属キレート形成性繊維と市販のビーズ状キレート形成性樹脂を用いた金属イオンの捕捉速度を対比して示すグラフ、第2図は、本発明の金属キレート形成性繊維と市販のビーズ状キレート形成性樹脂を用いた金属イオ

ンの破過曲線を示すグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明の金属キレート形成性繊維は、基材が合成繊維、具体的には重縮合型繊維、重付加型繊維、付加重合型繊維であり、耐水性、耐油性が高く、水系、油系の被処理液に適用できる他、各種排ガスの浄化処理にも適用できる。

しかも該繊維分子は、レドックス触媒の存在下で、二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物とを反応させることによって、該架橋反応性化合物を繊維分子中に容易に導入することができる。そして、該架橋反応性化合物の導入後、グリシジル基との反応性を有する金属キレート形成性化合物、好ましくはイミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸などを反応させることにより、繊維分子に容易に金属キレート形成能を付与することができる。

その結果、合成繊維の分子表面に無数の金属キレート形成性官能基が導入されたものとなり、該金属キレート形成性官能基の中に存在する窒素原子、硫黄原子、カルボキシル基などが銅、亜鉛、ニッケル、コバルト等の重金属イオンに対して優れた選択吸着性を発揮する。しかもそれら金属キレート形成性官能基は繊維分子にグラフトした状態で表面に露出しているので、この金属キレート形成性繊維は、該金属キレート形成性官能基の存在によって優れた金属イオン選択吸着性を発揮する。

本発明の金属キレート形成性繊維の基材となる合成繊維の



種類は特に限定されず、ポリエステル、ポリアミド等の重縮合型繊維；ポリウレタン、ポリ尿素等の重付加型繊維；アクリル、ポリオレフィン等の付加重合型繊維がすべて包含されるが、反応効率の面から特に好ましいのは、水素引抜き反応などによりグラフト付加の活性点を生じ易い重縮合型繊維あるいは重付加型繊維である。これらの合成繊維は、通常の合成品をそのまま使用し得る他、場合によっては過酸化物処理、オゾン処理その他の酸化処理、あるいはエステル結合やアミド結合の一部加水分解などによって該繊維分子にカルボキシル基や水酸基などの反応性官能基を導入して使用することも勿論有効である。

上記基材繊維の形状にも格別の制限はなく、長繊維のモノフィラメント、マルチフィラメント、短繊維の紡績糸あるいはこれらを織物状もしくは編物状に製織もしくは製編した布帛、更には不織布であってもよく、また2種以上の繊維を複合もしくは混紡した繊維や織・編物を使用することができる。

更に被処理流体との接触効率を上げるため、上記基材繊維を短繊維状の粉末あるいはフィルター状の素材として使用することも有効である。

ここで用いられる短繊維状粉末の好ましい形状は、長さ0.01～5mm、好ましくは0.03～3mmで、単繊維径が1～50 $\mu$ m程度、好ましくは5～30 $\mu$ mであり、アスペクト比としては1～600程度、好ましくは1～100程度のものである。

この様な短繊維状の粉末素材を使用すれば、金属イオンを含む水性あるいは油性液に該短繊維粉末状の金属キレート形成性繊維を添加して攪拌し、通常の濾過処理を行うという非

常に簡単な方法で、且つ短時間の処理で被処理流体中に含まれる金属イオンを効率よく捕捉して清浄化することができる。また場合によっては、該短繊維粉末状の金属キレート形成性繊維をカラム等に充填して被処理流体を通過させることによっても、同様の金属イオン捕捉効果を得ることができる。また短繊維状の粉末素材に、前述した様な方法で金属キレート形成性官能基を導入してから成形等の加工を行なえば、金属キレート捕捉能を有する濾過材を容易に得ることができる。

更に、この様にして得られる短繊維粉末状のキレート捕捉材に銅、銀、亜鉛の如き殺菌作用を有する金属を捕捉させた金属キレート繊維は、樹脂等に練り込んで消臭・脱臭・防カビ性や抗菌性、殺菌性を付与することができ、また酸化還元作用を有する金属イオンを捕捉させた金属キレート繊維は、各種反応の触媒としても使用できる。

またフィルター状の素材も格別特殊なものではなく、その用途に応じて任意の繊維間隙を有する織・編物もしくは不織布などからなる単層もしくは複層構造のマット状に成形して適当な支持体に組み付けた構造、あるいは通液性支持筒の外周側に紐状の繊維を綾巻状に複数層巻回した構造、または同繊維からなる織・編物もしくは不織布シートをブリーツ状に折り曲げて支持部材に装着した構造、同繊維を用いて作製した織・編物や不織布を袋状に成形したバグフィルタータイプなど、公知のあらゆる形態のものが使用できる。

これらフィルター状の素材を使用する場合も、該フィルター状の繊維素材に前述の様な架橋反応性化合物をグラフト反応させた後、繊維分子にグラフト結合した該架橋反応性化合物のグリシジル基に金属キレート形成性化合物を付加反応さ

せて金属キレート形成性官能基を導入し、これを上記の様なフィルター状に加工して使用すればよいが、この他、上記繊維素材をフィルター状に加工してフィルター装置内へ組み込み、該装置内に組込まれた繊維フィルターに架橋反応性化合物を含む処理液を接触させてグラフト反応させ、更に金属キレート形成性化合物と接触させることにより、繊維フィルターに事後的に金属キレート形成性官能基を導入することも可能である。

この様に、フィルター状の繊維素材に金属キレート形成性官能基を導入すれば、金属キレート捕捉能と不溶性夾雑物捕捉能を併せ持ったフィルターを得ることができ、被処理液や被処理ガス中に含まれる不溶性夾雑物の大きさに応じた網目サイズとなる様に繊維密度を調整した繊維素材を使用すれば、被処理液や被処理ガスが該フィルターを通過する際に、該被処理液や被処理ガス中に含まれる金属イオンが金属キレート形成性官能基によって捕捉されると共に、不溶性夾雑物は該フィルターの網目によって通過を阻止され、金属イオンと不溶性介在物の除去を同時に行なうことが可能となる。

このとき、使用する繊維素材の太さや織・編密度、積層数や積層密度などを調整し、また紐状の金属キレート形成性繊維を複数層に巻回してフィルターとする場合は、巻回の密度や層厚、巻回張力などを調整することによって、繊維間隙間を任意に調整できるので、被処理流体中に混入している不溶性夾雑物の粒径に応じて該繊維間隙間を調整すれば、必要に応じた清浄化性能のフィルターを得ることができる。

本発明の金属キレート形成性繊維を製造するに際し、繊維基材に金属キレート形成性官能基を固定させるための架橋反

応性化合物としては、分子中に反応性二重結合とグリシジル基を有する化合物が使用される。そして、該架橋反応性化合物を、後述する様な重合触媒の存在下で繊維基材と接触反応させると反応性二重結合が繊維分子と反応し、反応性官能基としてグリシジル基を有する基が繊維分子中にペンダント状にグラフト付加する。

そして、このグラフト付加反応物に、グリシジル基との反応性官能基を有する金属キレート形成性化合物を反応させると、該反応性官能基がグラフト重合した前記架橋反応性化合物のグリシジル基と反応し、繊維分子中に金属キレート形成性官能基が導入される。

従って、ここで使用される架橋反応性化合物は、繊維分子へのグラフト付加反応性と、金属キレート形成性化合物との反応性を兼備させるため、分子中に反応性二重結合とグリシジル基の双方を有する化合物であれば全て有効に使用できるが、合成繊維基材分子内により効率よくグラフト付加すると共に、その後の金属キレート形成性化合物の導入反応もより効率よく遂行し得るものとして特に好ましいのは、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジリエーテルであり、中でも、繊維分子への導入の容易性や原料の入手容易性等を考慮して最も好ましいのはメタクリル酸グリシジルである。

また金属キレート形成性化合物としては、グリシジル基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸が選択される。これらの化合物は、グリシジル基に対して高い反応性を有しており、繊維分子中に導入された架橋反応性化合物のグリシジル基に対してほぼ等モル量反応する。

しかもそれらは金属イオンに対して高いキレート形成能を有しているので、これらの化合物を使用することによって、繊維分子中に金属キレート形成性官能基を高い反応率で効率よく導入することができる。

上記金属キレート形成性化合物の中でも、反応効率や金属キレート捕捉能、原料の入手容易性、コスト等を総合的に考慮して特に好ましいのはイミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸であり、中でも特に好ましいのはイミノジ酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸である。

また本発明に係る金属キレート形成性繊維の製法は、前述した如く合成繊維の分子内に、架橋反応性化合物を介して金属キレート形成性化合物を効率よく簡単に導入することのできる方法として位置付けられるもので、前記架橋反応性化合物をレドックス触媒を用いて繊維分子にグラフト重合反応させた後、前記金属キレート形成性化合物を付加反応させる方法が採用される。

重合触媒としては、過酸化ベンゾイル、クメンハイドロパーオキシド、t-ブチルハイドロパーオキシド等のラジカル重合触媒を単独で利用できる他、酸化剤として過酸化水素、過硫酸塩等、また還元剤として2価鉄塩、2価銅塩、二酸化チオ尿素、クロムイオン、亜硫酸塩、ジメチルアニリン、ヒドロキシルアミン、ヒドラジン等を用いたレドックス触媒が挙げられ、前記架橋反応性化合物を繊維分子内に効率よくグラフト重合反応させるには、2価銅塩と過硫酸塩の組み合わせ、あるいは過酸化水素と2価鉄塩および二酸化チオ尿素の組み合わせが最も好ましい。

合成繊維分子へのグラフト反応効率を更に高めるための具体的手法としては、

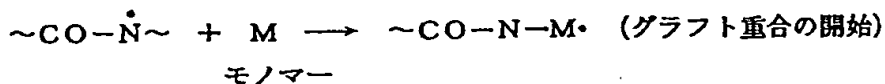
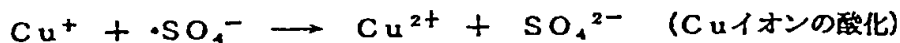
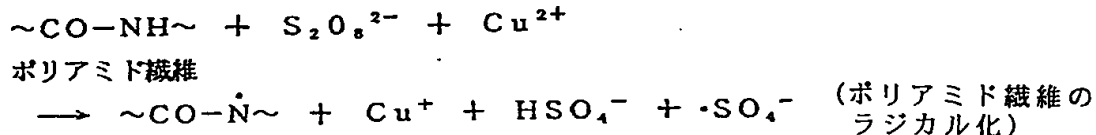
①該繊維を予め2価鉄塩で処理した後、過酸化水素および二酸化チオ尿素を作用させる方法、

②該繊維を予め過硫酸塩で処理した後、2価銅塩を作用させる方法、

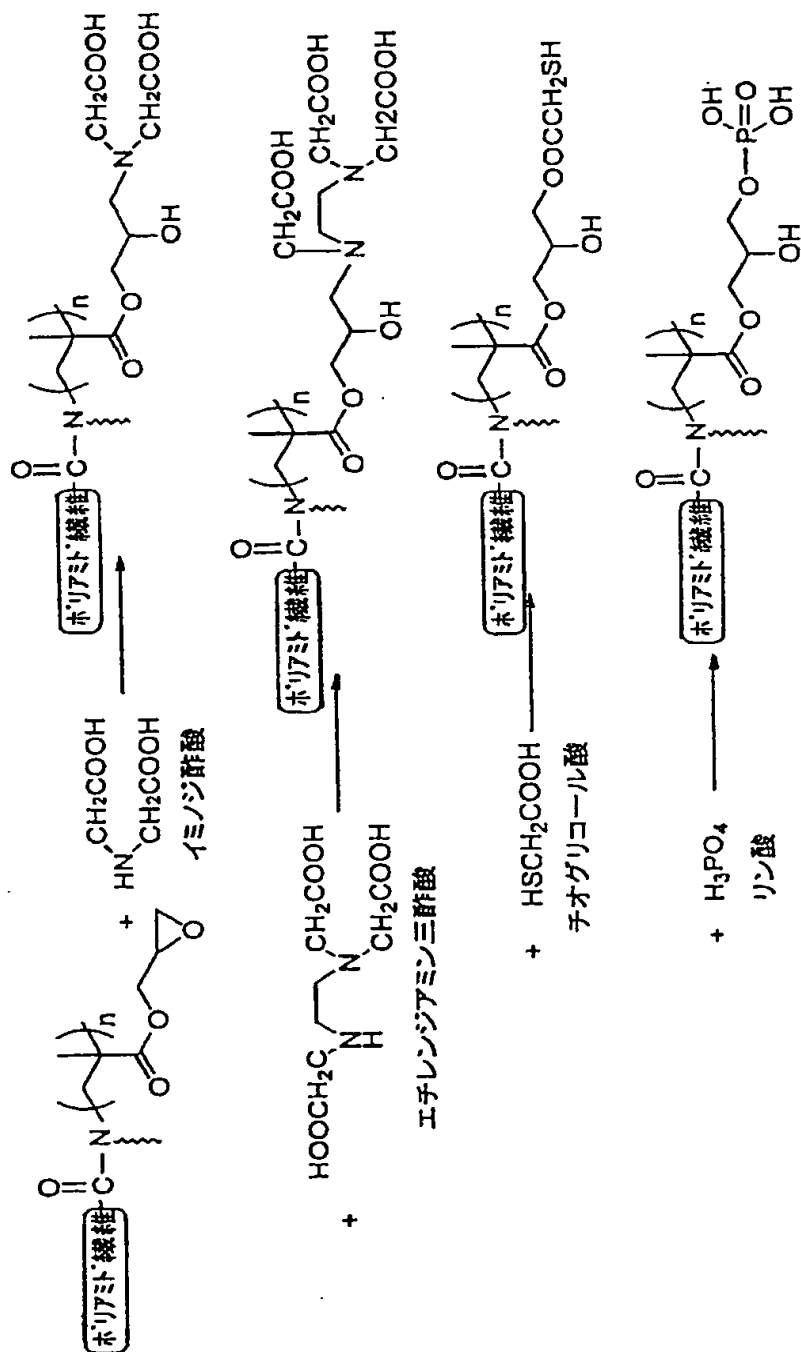
③該繊維を予め有機溶剤で加熱処理した後、ラジカル重合触媒を作用させる方法

等が挙げられ、これらの方法を採用すれば、比較的緩和な条件でも短時間の処理で高いグラフト重合反応率を得ることができるので好ましい。

過硫酸塩と2価銅塩との組み合わせによるポリアミド繊維への前記架橋反応性化合物のグラフト重合反応を例示すると下記の通りである。



また、架橋反応性化合物をグラフト反応させた繊維分子に、前記金属キレート形成性化合物を付加させる際の具体的な反応を例示すると下記の通りである。



前記架橋反応性化合物を用いて金属キレート形成性官能基を合成繊維分子内に導入する際の反応は特に制限されないが、好ましい方法を示すと下記の通りである。

即ち、合成繊維を予め過硫酸塩水溶液に室温で1～60分程度浸漬し、その後洗浄してから、2価銅塩および架橋反応性化合物（必要により乳化剤などの均一反応促進剤）を含む水溶液に浸漬し、40～100℃で10分～5時間程度反応させる方法である。

この方法によれば、架橋反応性化合物が繊維分子中のアミド基やエステル基に効率よくグラフト反応し、前記金属キレート形成性化合物と容易に反応するグリシジル基を繊維分子内に効率よく導入できる。

次いで、上記反応によりグリシジル基の導入された繊維と前記金属キレート形成性化合物を、水やN，N'-ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド等の極性溶媒中で、必要により反応溶媒を用いて50～100℃で10分～数十時間程度反応させると、前記金属キレート形成性化合物中のアミノ基や酸基が前記グリシジル基と反応し、繊維分子中に金属キレート形成性官能基が導入される。

合成繊維に対する前記金属キレート形成性化合物の導入量は、繊維分子中の反応性官能基の量を考慮し、その導入反応に用いる架橋反応性化合物の量、あるいは金属キレート形成性化合物の量や反応条件などによって任意に調整できるが、繊維に十分な金属イオン捕捉能を与えるには、下記式によって計算される置換率が10質量％程度以上、より好ましくは20質量％程度以上となる様に調整することが望ましい。



$$\text{置換率（質量％）} = \left[ \left( \text{置換基導入後の繊維質量} - \text{置換基導入前の繊維質量} \right) / \text{置換基導入前の繊維質量} \right] \times 100$$

（ただし置換基とは、架橋反応性化合物と金属キレート形成性化合物に由来して導入された全置換基を意味する）。

金属イオン捕捉能を高めるうえでは、上記置換率は高い程好ましく、従って置換率の上限は特に規定されないが、置換率が高くなり過ぎると置換基導入繊維の結晶性が高くなって繊維が脆弱になる傾向があり、また濾材やフィルター等として用いる場合には金属イオン捕捉材として使用する際の圧力損失が高くなる傾向が生じてくるので、金属イオン捕捉材としての実用性や経済性などを総合的に考慮すると、置換率は200質量％程度以下、より好ましくは100質量％程度以下に抑えることが望ましい。ただし、合成繊維の種類や形状、架橋反応性化合物や金属キレート形成性化合物の種類、あるいは用途等によっては、150～200質量％といった高レベルの置換率とすることにより、金属イオン捕捉能を高めることも可能である。

上記の様にして得られる金属キレート形成性繊維は、前述の如く用いるベース繊維の性状に応じてモノフィラメント状、マルチフィラメント状、紡績糸状、不織布状、繊維織・編物状、粉末状、フィルター状など任意の性状のものとして得ることができるが、いずれにしても細径の繊維分子表面に導入された前記金属キレート形成性官能基の実質的に全てが、金属イオン捕捉性能を有効に発揮する。しかもこの繊維は、金属イオンに対する選択吸着性能が非常に優れているため、被

処理流体のpHその他の条件を変えることにより、目的とする金属のみを選択的に捕捉することも可能となるで。

従ってこの繊維を金属イオンを含む液や気体と接触させ、具体的には該繊維を任意の厚さで積層したり或はカラム内に充填して被処理液や被処理気体を通すと、被処理水や被処理油、被処理排ガス中に含まれる金属イオン成分を効率よく捕捉除去し、あるいは特定の金属イオンを選択的に捕捉することができる。

しかも、上記の様にして金属イオンを捕捉した繊維を、例えば塩酸や硫酸等の強酸水溶液で処理すると、キレートを形成して捕捉された金属イオンは簡単に離脱するので、こうした特性を利用すれば再生液から金属成分を有価成分として回収することも可能となる。

また本発明にかかる金属キレート形成性繊維の更に他の利用形態として、該金属キレート形成性繊維に特定の活性を有する金属を捕捉させ、該金属の特性を活用できる様にした金属キレート繊維として、下記の如き様々の形態で利用することも可能となる。

①触媒活性を有する金属、例えば鉄やチタンなどをキレート捕捉させ、レドックス試薬（NO<sub>x</sub>やSO<sub>x</sub>などの除去触媒など）としての利用、

②銅、ニッケル、銀、コバルトなどの抗菌性金属をシート状やマット状の繊維基材に捕捉させ、抗菌もしくは殺菌性シートまたはマット（具体的には靴の中敷き、医療用寝具、トイレカバー・マット、手洗い用タオルなど）としての利用、或いはフィルター状に加工して空調機器などの浄化フィルターとしての利用、

③ 抗菌もしくは殺菌性金属をキレート捕捉した粉末状の繊維として例えば樹脂に練り込み、抗菌・殺菌性プラスチックを得るための素材としての利用、

④ 亜鉛、チタンなどをキレート捕捉させ、脱臭・消臭・防カビ性繊維、あるいは該繊維を樹脂に練り込み、脱臭・消臭・防カビ性プラスチックとしての利用、

⑤ 有害な窒素酸化物等を含む排ガス（地下駐車場や高速道路のトンネル排ガスなど）の清浄化フィルターとして、酸化触媒活性を示すチタンや鉄等の金属をキレート付着させ、窒素酸化物等を無害化するための金属キレート繊維触媒としての利用、

⑥ 銅、ニッケルなどをキレート捕捉させ、静電気防止材や有害な電磁波を吸収する電磁波シールド材としての利用、

⑦ 銅、コバルト、ニッケル、鉄などの有色金属イオンをキレート捕捉させ、遮光材や着色衣料、装飾品などとしての利用、

⑧ カルシウム、マグネシウム、マンガン、鉄、銅、亜鉛などの如き植物に必須の微量元素をキレート捕捉させ、肥料としての利用、  
など様々の分野で有効に活用できる。

### 実施例

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技

術的範囲に含まれる。尚、下記において「%」とあるのは「質量%」を意味する。

#### 実施例 1

蒸留水 250 ml に、ペルオキソ二硫酸カリウム 5 g を溶解させた溶液に、6-ナイロンの布帛 2.5 g を 20℃ で 30 分間浸漬した後、遠心脱液し、蒸留水 250 ml とメタクリル酸グリシジル 1.5 g および硫酸銅 5 水和物 0.5 g を溶解させた溶液に添加し、80℃ で 30 分処理する。次いで、処理を終えたナイロン布帛を蒸留水で洗浄し、遠心脱液した後 60℃ で 16 時間乾燥することにより、メタクリル酸グリシジルがグラフトした 6-ナイロン布帛 3.5 g を得た。

次に、蒸留水 100 g にイミノジ酢酸 20 g を加え、50% 水酸化ナトリウム水溶液を用いて pH 10 に調整し、この溶液に上記グラフト布帛を浸漬して 90℃ で 2 時間処理する。次いで十分に水洗し脱液した後、更に 5% 硫酸 100 ml に 20℃ で 30 分間浸漬した後、十分に水洗してから遠心脱液し、50℃ で 16 時間乾燥することにより、金属キレート形成性繊維（キレート繊維 A）4.5 g（置換率 80 質量%）を得た。

得られたキレート繊維 A の 1 g を、5 mmol / リットルの硫酸銅水溶液 1 リットルに添加し、20℃ で 20 時間攪拌した後、溶液中に残存する銅イオンを定量することによって銅捕捉能を調べたところ、キレート繊維 A の 1 g 当たり 1.5 mmol の銅捕捉能を発揮していることが確認された。

一方比較のため、上記キレート繊維 A に代えて、市販のビーズ状スチレン-イミノジ酢酸系キレート形成性樹脂（三菱化学社製商品名「ダイヤイオン CR11」）を使用した以外

は上記と同様にして銅捕捉能を調べたところ、該キレート形成性樹脂 1 g 当たりの銅捕捉量は 0.7 mmol であることが確認された。

#### (銅イオン吸着速度試験)

上記で得たキレート繊維 A の銅イオン吸着速度を確認するため、該キレート繊維 A の 1 g を、銅イオン濃度 200 ppm の硫酸銅水溶液 1 リットルに添加し、該溶液中の銅イオン濃度の経時変化を調べた。

結果は第 1 図に示す通りであり、市販のビーズ状キレート形成性樹脂を用いた場合は、銅イオンの捕捉量が飽和するのに約 4 時間もかかるのに対し、本発明のキレート繊維 A を使用すると、銅イオンの捕捉量は約 1 時間でほぼ飽和しており、約 4 倍の吸着捕捉速度を有していることが分かる。

#### (破過曲線測定試験)

キレート繊維 A の 1 g を直径 5 mm のガラスカラム内に充填し、銅イオン濃度 20 ppm の硫酸銅水溶液を  $SV = 100 \text{ hr}^{-1}$  の流速で流し、留出液中の銅イオン濃度を測定することによって破過曲線を求めた。

結果は第 2 図に示す通りであり、市販のキレート形成性樹脂を用いた場合は、銅イオンが十分に捕捉されないうちに流出してしまうのに対し、本発明のキレート繊維 A を使用すると、キレート繊維 A の金属捕捉能が飽和するまではほぼ完全な金属捕捉能を発揮している。これらの結果からも、本発明の金属キレート形成性繊維は卓越した金属イオン捕捉能を有していることが確認できる。

#### 実施例 2

ナイロン紡績糸をポリプロピレン製のコア材に綾巻き状に

巻回した市販のカートリッジフィルター（ロキテクノ社製、商品名「マイクロシリアフィルターカートリッジ250L-NS-1」：公称孔径 $1\mu\text{m}$ ）を、ポリプロピレン製ハウジング（アドバンテック東洋社製、商品名「1PP-1-FS-000」）に装着し、これに、ペルオキソ二硫酸カリウム $200\text{g}$ を蒸留水 $10$ リットルに溶解した溶液を、循環ポンプを用いて $15$ リットル／分の流速で $20^{\circ}\text{C}\times 15$ 分間循環させた後排液し、蒸留水 $5$ リットルを同様に循環させて洗浄した。

次に、メタクリル酸グリシジル $60\text{g}$ と硫酸銅 $5$ 水和物 $10\text{g}$ を蒸留水 $8$ リットルに溶解した溶液を、同様に $80^{\circ}\text{C}\times 2$ 時間循環させ、ナイロン紡績糸分子内にメタクリル酸グリシジルをグラフトさせ、次いで反応液を排出した後、蒸留水 $3$ リットルを循環させて洗浄した。

次に、蒸留水 $4$ リットルにイミノジ酢酸 $1\text{kg}$ を添加し、 $50\%$ 水酸化ナトリウム水溶液を用いて、 $\text{pH}10$ に調整した溶液を、グリシジルメタクリレートグラフトさせた前記フィルターに $80^{\circ}\text{C}$ で $2$ 時間循環した後、排液・洗浄を繰り返す。次いで $5\%$ 硫酸 $5$ リットルを循環させた後、蒸留水を用いて洗浄液が中性になるまで循環・排液を繰り返すことにより、金属キレート形成性フィルター（キレート繊維B）を得た。

この金属キレート形成性フィルターを前記ポリプロピレン製ハウジングに装着し、硫酸銅を蒸留水に溶解して銅イオン濃度を $10\text{ppm}$ に調整した溶液 $10$ リットルに、不溶性夾雑物として平均粒径 $10\mu\text{m}$ の二酸化珪素微粉末 $2.0\text{g}$ を分散させた試験液を $15$ リットル／分の流速、 $25^{\circ}\text{C}$ で $1$ 時

間循環させた。

その後、試験液の銅イオン濃度を定量したところ、1 p p m以下に低減していることが確認された。また該試験液1リットルを孔径0.1  $\mu$  mのメンブランフィルターに通し、残存する二酸化珪素量を測定することによりその除去率を求めたところ、98.2%であり、金属イオンと不溶性夾雑物とを同時に除去可能な性能を有するフィルターであることを確認した。

### 実施例 3

実施例1において、イミノジ酢酸水溶液に代えて30%エチレンジアミン三酢酸・3ナトリウム塩水溶液200gを使用した以外は実施例1と同様にして、金属キレート形成性繊維（キレート繊維C）4.7g（置換率：88質量%）を得た。このキレート繊維Cを用いて実施例1と同様の吸着試験を行ったところ、キレート繊維Cの1g当たり1.0mmolの銅捕捉能を発揮することが確認された。

### 実施例 4

実施例1と同様にして得られたメタクリル酸グリシジルがグラフトしたナイロン布帛3.5gを、チオグリコール酸200mlに浸漬し、80℃で3時間加熱処理した後、蒸留水を用いて洗浄液が中性になるまで洗浄を繰り返した後、40℃で16時間乾燥することにより、金属キレート形成性繊維（キレート繊維D）4.0g（置換率：60質量%）を得た。このキレート繊維Dを用いて実施例1と同様の吸着試験を行ったところ、キレート繊維Dの1g当たり1.3mmolの銅捕捉能を発揮することが確認された。

### 実施例 5

ポリエステル布帛 2.0 g をベンジルアルコール 50 g に添加し、150℃で1時間加熱した後、メタノールと蒸留水を用いて洗浄し、次いで該布帛を、ジメチルホルムアミド 80 g、蒸留水 20 ml、メタクリル酸グリシジル 10.0 g、過酸化ベンゾイル 0.2 g およびジメチルアニリン 0.2 g を溶解させた溶液に添加し、窒素を導入しながら60℃で6時間処理する。処理を終えた布帛をアセトンと水で洗浄してから遠心脱液した後、60℃で16時間乾燥することにより、メタクリル酸グリシジルがグラフトしたポリエステル布帛 3.0 g を得た。

次に、蒸留水 100 g にイミノジ酢酸 20 g を加え、50%水酸化ナトリウム水溶液を用いてpH 10に調整し、この溶液に上記グラフト布帛を浸漬して90℃で2時間処理する。次いで十分に水洗し脱液した後、更に5%硫酸 100 ml に20℃で30分間浸漬した後、十分に水洗してから遠心脱液し、50℃で16時間乾燥することにより、金属キレート形成性繊維（キレート繊維E）3.8 g（置換率：90質量%）を得た。

得られたキレート繊維Eの1 gを、5 mmol/リットルの硫酸銅水溶液 1 リットルに添加し、20℃で20時間攪拌した後、溶液中に残存する銅イオンを定量することによって銅捕捉能を調べたところ、キレート繊維Eの1 g 当たり 1.4 mmol の銅を捕捉していることが確認された。

#### 産業上の利用可能性

本発明の金属キレート形成性繊維は以上の様に構成されて



おり、金属イオンに対して高い捕捉容量を有しているばかりでなく、捕捉速度も格段に優れており、従来のイオン交換樹脂やキレート形成性樹脂に比べて用排水や油、気体（各種排ガス等を含む）の中の金属イオンを効率良く捕捉・除去することができ、それらの清浄化を極めて効率的に行うことができる。

しかも、金属イオンを捕捉した本発明の金属キレート形成性繊維は、鉱酸や有機酸などの酸水溶液による処理によって簡単に金属イオンを離脱するので、その再生が簡単で繰り返し使用できるばかりでなく、金属成分の濃縮採取にも利用できる。

また繊維基材として粉末状の合成繊維を使用すれば、金属イオン除去性能と濾過助剤としての性能を兼備させることができ、更にフィルター状の繊維素材を使用すれば、金属イオン捕捉性能と不溶性夾雑物除去性能を兼ね備えた清浄化作用を持たせることができる。

更に本発明の製法を採用すれば、電離性放射線の如き特別の装置や処理を必要とせず、水や汎用の溶媒中で加温処理する簡単な方法で、安全且つ簡単に高性能の金属イオン捕捉性繊維を得ることができる。

更に、キレート捕捉させる金属イオンを積極的に選択すれば、金属キレート繊維として当該金属自体の特性、例えば触媒作用や脱臭・消臭作用、防カビ作用、抗菌・殺菌作用、静電気防止作用などを付与することができ、フィルター状の排ガス処理触媒、消臭・脱臭・防カビ・抗菌・殺菌性あるいは静電気防止性のシート材や空調設備のフィルター材等として幅広く有効に活用できる。

## 請求の範囲

1. 合成繊維の繊維分子中に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を介して、グリシジル基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物が結合していることを特徴とする金属キレート形成性繊維。

2. 前記架橋反応性化合物が、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジリエーテルよりなる群から選択される少なくとも1種である請求項1に記載の金属キレート形成性繊維。

3. 前記金属キレート形成性化合物が、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸よりなる群から選択される少なくとも1種である請求項1または2に記載の金属キレート形成性繊維。

4. 前記金属キレート形成性化合物が、イミノジ酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸である請求項3に記載の金属キレート形成性繊維。

5. 前記合成繊維が重縮合型繊維あるいは重付加型繊維のいずれかである請求項1～4のいずれかに記載の金属キレート形成性繊維。

6. 合成繊維がポリアミド繊維、ポリエステル繊維、ポリウレタン繊維よりなる群から選択される少なくとも1種である請求項5に記載の金属キレート形成性繊維。

7. 前記繊維が粉末状である請求項1～6のいずれかに記

載の金属キレート形成性繊維。

8. 前記繊維がフィルター素材である請求項1～6のいずれかに記載の金属キレート形成性繊維。

9. 合成繊維の繊維分子に、反応性二重結合とグリシジル基を分子中に有する架橋反応性化合物を、重合触媒を用いてグラフト重合反応させた後、これに、エポキシ基との反応性を有するアミノカルボン酸、チオカルボン酸およびリン酸よりなる群から選択される少なくとも1種の金属キレート形成性化合物を結合させることを特徴とする金属キレート形成性繊維の製法。

10. 前記架橋反応性化合物が、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸グリシジル、アリルグリシジルエーテルよりなる群から選択される少なくとも1種である請求項9に記載の製法。

11. 前記金属キレート形成性化合物が、イミノジ酢酸、エチレンジアミン二酢酸、エチレンジアミン三酢酸、チオグリコール酸、チオリンゴ酸、リン酸よりなる群から選択される少なくとも1種である請求項9または10に記載の製法。

12. 重合触媒が、ラジカル重合触媒である請求項9～11のいずれかに記載の製法。

13. ラジカル重合触媒が、レドックス触媒である請求項12に記載の製法。

14. レドックス触媒が、2価銅塩と過硫酸塩を組み合わせたもの、あるいは2価鉄塩と過酸化水素及び二酸化チオ尿素有組み合わせたもののいずれかである請求項13に記載の製法。

15. 合成繊維を過硫酸塩で予め処理した後、2価銅塩を

作用させることによってグラフト重合反応を行なう請求項 14 に記載の製法。

16. 合成繊維を 2 価鉄塩で予め処理した後、過酸化水素及び二酸化チオ尿素を作用させることによってグラフト重合反応を行なう請求項 14 に記載の製法。

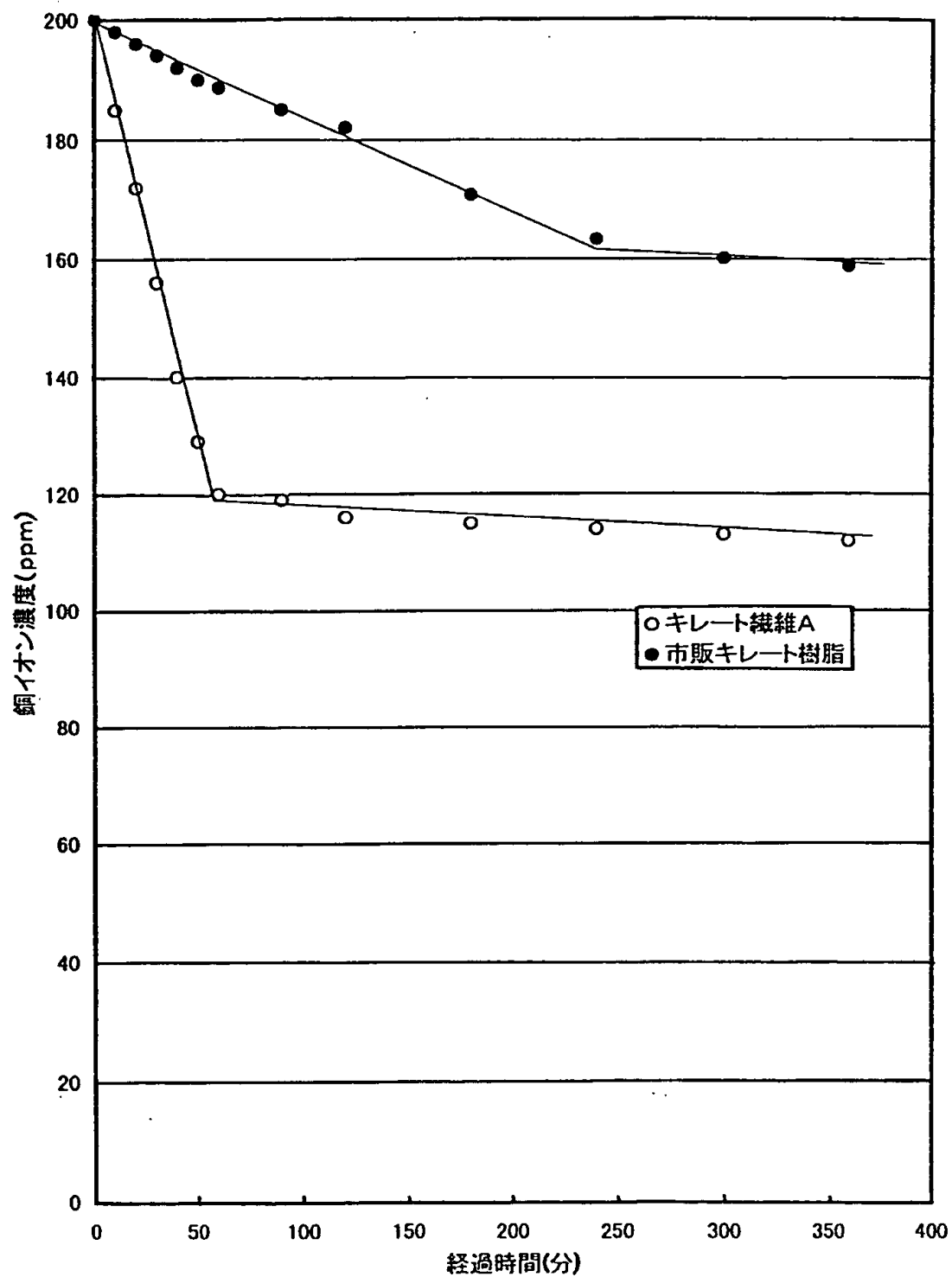
17. 前記請求項 1～8 のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む水性液と接触させ、該水性液中の金属イオンを捕捉することを特徴とする金属イオン捕捉法。

18. 前記請求項 1～8 のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む油性液と接触させ、該油性液中の金属イオンを捕捉することを特徴とする金属イオン捕捉法。

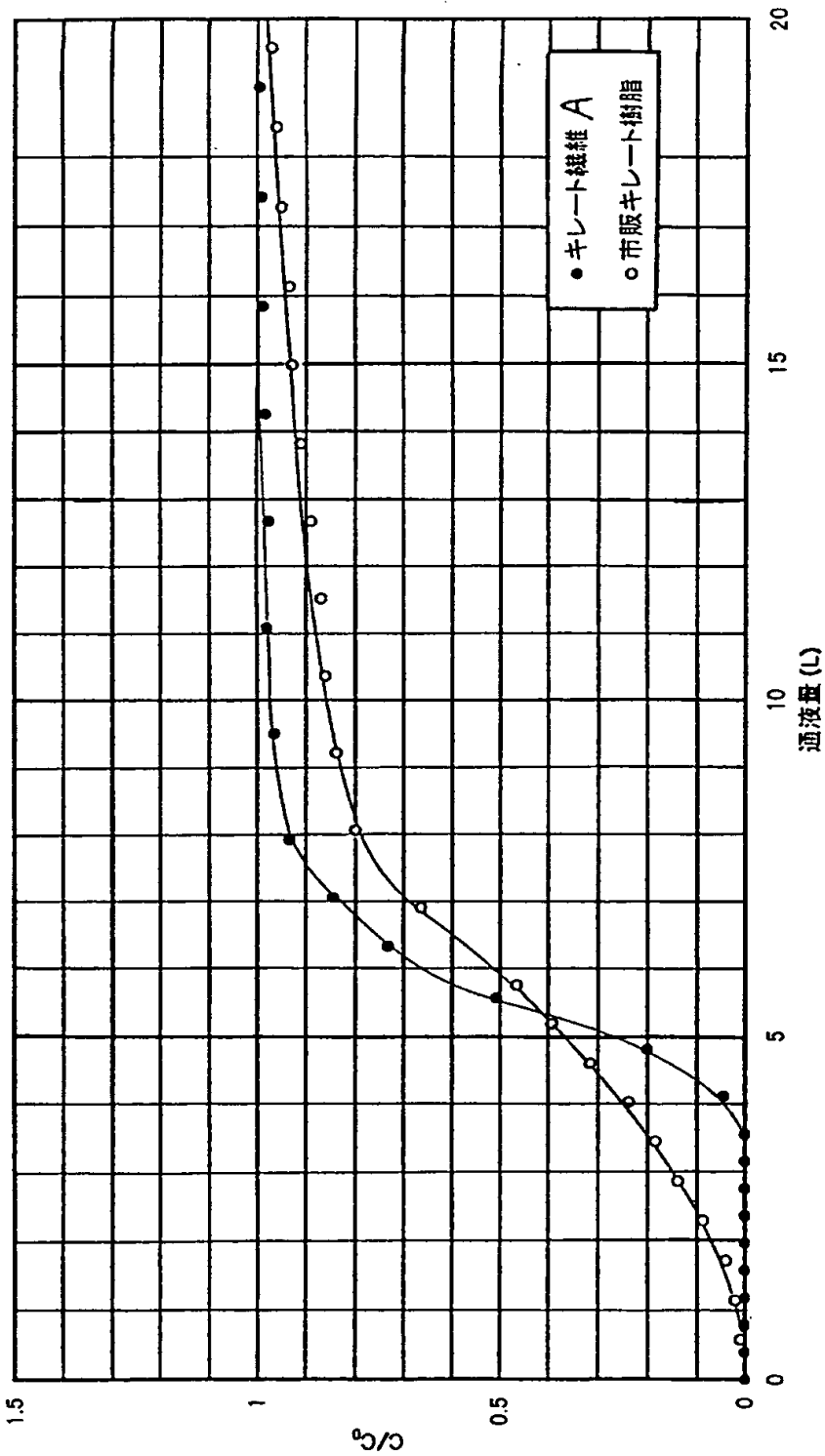
19. 前記請求項 1～8 のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維を、金属イオンを含む気体と接触させ、該気体中の金属イオンを捕捉することを特徴とする金属イオン捕捉法。

20. 前記請求項 1～8 のいずれかに記載された金属キレート形成性繊維が、金属とキレート結合したものであることを特徴とする金属キレート繊維。

第 1 図



第 2 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03245

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> D06M15/273, D06M13/342, D06M13/192, D06M13/252,  
B01J45/00, C02F1/62

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> D06M15/00-15/273, B01J45/00, C02F1/00-1/78

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 2-187143, A (Japan Atomic Energy Research Institute), 23 July, 1990 (23.07.90) (Family: none)	1-8, 17-20
Y		9-16
X	JP, 7-24314, A (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), 27 January, 1995 (27.01.95) (Family: none)	1-8, 17-20
Y		9-16
X	JP, 63-240902, A (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), 06 October, 1988 (06.10.88) (Family: none)	1-8, 17-20
Y		9-16
X	JP, 9-248570, A (Japan Atomic Energy Research Institute), 22 September, 1997 (22.09.97) (Family: none)	1-8, 17-20
Y		9-16
Y	JP, 59-15571, A (Kurimoto Sangyo K.K.), 26 January, 1984 (26.01.84) (Family: none)	9-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing  
date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means

"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
01 August, 2000 (01.08.00)

Date of mailing of the international search report  
12 September, 2000 (12.09.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> D06M15/273, D06M13/342, D06M13/192, D06M13/252, B01J45/00, C02F1/62

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> D06M15/00-15/273, B01J45/00, C02F1/00-1/78

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 2-187143, A (日本原子力研究所), 23. 7月. 1990 (23. 07. 90), (ファミリーなし)	1-8, 17-20
Y		9-16
X	JP, 7-24314, A (旭化成工業株式会社), 27. 1月. 1995 (27. 01. 95), (ファミリーなし)	1-8, 17-20
Y		9-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 09. 00

国際調査報告の発送日

12.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

淵野 留香



4S

9727

電話番号 03-3581-1101 内線 3472



C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 63-240902, A (旭化成工業株式会社), 6. 10 月. 1988 (06. 10. 88), (ファミリーなし)	1-8, 17-20
Y		9-16
X	J P, 9-248570, A (日本原子力研究所), 22. 9月. 1997 (22. 09. 97), (ファミリーなし)	1-8, 17-20
Y		9-16
Y	J P, 59-15571, A (栗本産業株式会社), 26. 1月. 1984 (26. 01. 84), (ファミリーなし)	9-16